

УДК 621.6.07

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКИХ СРЕД В УСТРОЙСТВАХ ПОВОРОТА ПОТОКА В ТРУБАХ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Александров И. Б., Лукьянов О. Е., Садыкова В. О., Куркин Е. И.

Самарский национальный исследовательский университет

имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Целью работы является выбор наиболее эффективного устройства, предназначенного для повышения качества потока в трубах большого диаметра. Вопрос обеспечения равномерности течений рассмотрен в работе [1]. В качестве прикладной задачи в данной работе рассматривается вопрос повышения качества профиля скорости в канале трубы, расход воды в которой обеспечен за счёт гидростатического давления водонапорной башни, присоединяемой к трубе под углом 90 градусов.

Математическое моделирование течения жидкости проведено путем решения основных уравнений аэродинамики [2] в системе ANSYS CFX с помощью разработанной модели, использующей метод конечных объёмов. Для выравнивая поля скорости были рассмотрены следующие инженерные решения:

- установка внутри напорной башни перед входом в трубу конуса с углом раскрытия 13°;
- установка внутри напорной башни перед входом в трубу конуса с углом раскрытия 20°;
- установка внутри напорной башни перед входом в трубу лопаток с хонейкомбом переменной длины по радиусу;
- установка лопаток внутри напорной башни;
- установка закручивающих лопастей перед входом в трубу;
- установка закручивающих лопастей и хонейкомба перед входом в трубу;
- выполнение входного участка в трубу в форме лемнискаты.

Моделирование проведено методом конечных объёмов, базирующимся на численном решении систем дифференциальных уравнений в частных производных Навье-Стокса, осреднённых по методу Рейнольдса [3]. Для генерации сетки использован модуль ANSYS ICEM. Тип сетки – блочный структурированный. Расчет проведен в системе ANSYS [4]. Граничные условия для моделирования присвоены из соображений обеспечения заданных расходов и обеспечения закона сохранения массы. Произведён учёт влияния сил вязкого трения среды и стенок установки с целью точного определения гидравлических потерь в канале. Для каждого из рассмотренных конструктивных вариантов построены: линии постоянных значений скоростей в поперечном сечении трубы и профили скоростей в горизонтальной плоскости. Рассмотрен ряд расходов от 500 до 10 000 м<sup>3</sup>/ч.

Наиболее эффективным устройством поворота потока из рассмотренных является организация лемнискатного входа в трубу, который устанавливается внутрь. Это позволяет достичь более равномерного и симметричного поля скоростей, а также снизить отклонение скорости от средней скорости потока с 14% до 2,1%.

### Библиографический список

1. Александров И.Б., Куркин Е.И., Лукьянов О.Е., Садыкова В.О., Шахов В.Г. Численное моделирование формирования потока в круглой трубе за хонейкомбом // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 18, № 4, 2016. – С. 115 – 119.

2. Vesenjak M., Ren Z., Ochsner A. Computational Simulations of Regular Open-Cell Cellular Structures with Fillers/ LS-DYNA Anwenderforum, Ulm 2006.
3. Флетчер. К. Вычислительные методы в динамике жидкостей [Текст]/ К. Флетчер: в 2-х. т. Т1. – М.: «Мир», 1991. – 504с.
4. Вождаев, В.В. Практика применения и особенности современных методов расчёта аэродинамических характеристик летательных аппаратов на основе решений уравнений Навье-Стокса [Текст]/ В. В. Вождаев, Л. Л. Теперин, С. Л. Чернышев.: Труды центрального аэрогидродинамического института им. проф. Н. Е. Жуковского – вып. 2740. – М.: издательский отдел ЦАГИ, 2014. – 63 с